

生態系サービス需給の空間分析 —愛知県の事例研究—

林希一郎¹・川口暢子²・小林航³

¹正会員 名古屋大学教授 未来材料・システム研究所（〒464-8603 愛知県名古屋市中種区不老町）
E-mail: maruhaya98—@imass.nagoya-u.ac.jp

²非会員 名古屋大学研究員 未来材料・システム研究所（〒464-8603 愛知県名古屋市中種区不老町）
E-mail: n.kawaguchi@imass.nagoya-u.ac.jp

³非会員 株式会社パスコ（〒153-0042 東京都目黒区青葉台4-9-6 日本地図センタービル4階）
E-mail: octrdwe@yahoo.co.jp

生態系サービスの研究は、生態系サービスの供給量の推計、生態系サービスの経済価値の評価等が実施されてきた。一方、生態系サービスの需要の研究は限定される。本研究では、生態系サービスの供給ポテンシャルと需要を把握することにより、需要と供給の分析を行った。生態系サービスの供給サービスとして水稻生産量、農作物出荷量、基盤サービスとして二酸化炭素固定サービスに着目した。JAXAの高解像度土地利用土地被覆データを用い、水稻や農作物出荷量、森林の二酸化炭素固定量を供給量とし、米や野菜、電気等の消費量を需要量とみなして分析を行った。結果、都市中心部近傍で需要が高く、都心から距離10-30km付近で需要と供給の転換点が見られた。今後は生態系サービス項目を広げていく必要がある。

Key Words : ecosystem service, supply, demand, CO₂ stock, Aichi

1. はじめに

自然界から人間社会は様々な福利を享受しており、これを一般に生態系サービスと称するが、生態系サービスの考え方は国連のイニシアティブで行われたミレニアム生態系評価において整理された¹⁾。生態系サービスの研究は様々なアプローチがある。生態学などの自然科学的な知見を活用した生態系サービスの潜在的な供給量を定量化しようとする研究²⁾、環境経済学的手法を用いて自然の金銭的価値評価を行う研究³⁾、社会科学的手法を用いた主観的価値評価を行う研究⁴⁾などである。近年の研究は、生態系サービスを総合的に空間分析するものが多くなってきている^{5,6)}。こうした動きの中、生態系サービスの供給と需要のバランスを分析しようとするアプローチも徐々に行われるようになってきた。例えば、詳細な土地利用別に生態系サービスの供給と需要に対して別々に主観的評価を与えその比較を行う研究⁷⁾や、都市中心部からの距離に応じた生態系サービスの供給と需要の変化を比較した分析⁸⁾などがみられるが、一部の地域に限られる。

本研究は生態系サービスの供給ポテンシャルと生態系サービスの需要を比較することにより、生態系サービスの

供給と需要の空間分布を分析することを目的とする。なお供給は土地利用に基づく供給ポテンシャルのデータとし、需要は消費量をベースとしたオンサイトにおける需要量の推計値を用いた。事例研究は愛知県とし、名古屋市を中心とした都市部からの距離に応じた生態系サービスの需要と供給の関係を分析することを意図した。

2. 研究方法

(1) 研究対象地

本研究の対象地域の愛知県は、伊勢湾と太平洋岸を中心に都市が集中し、東部は広い森林が、西部は低地の農耕地が広がっており、都市的な生態系サービスの需要量が多いとともに、生態系サービスの一部とらえている農作物生産も活発な地域である。図-1は、JAXAの高解像度土地利用土地被覆図データ ver. 16.02 (HRLULC) ⁹⁾を用いて作成した土地利用構成比率を示す。同心円内の中心は、名古屋市区役所とし、半径5km単位の同心円を作成し、そのドーナツ状内の土地利用の構成比率を示したものである。農地は水田が約10-15km付近で約3割を超え、畑地と比較してやや都市近郊に分布している。約20-

25km円付近で都市と森林の構成比が転換する。

(2) 研究方法

本研究では、試行的な意味も含めて需要と供給の両方のオンサイト情報を入手するという観点から以下の限定された生態系サービス項目のみを研究対象とした。生態系サービスの中の供給サービスとして農作物産出額、基盤サービスの一つとして炭素固定サービスを取り上げた。

まず、生態系サービスの供給ポテンシャルの推計を行う。上述10mグリッドスケールのHRLULC16.02の土地利用分類を用い、各土地利用別の原単位を適用することにより推計を行った。供給サービスとしては、既往研究で取りまとめられている東海農林水産統計年報に基づく水稻収穫量(t/ha)、各種農作物出荷量の平均値を農作物収穫量(t/ha)とした統計データを用いる。また、炭素固定サービスは、森林の炭素固定量の原単位の既往研究の推計値を用いる¹⁰⁾。具体的には、筆者らが名古屋市周辺地域で実施した森林フィールド調査によって得られた落葉広葉樹、常緑広葉樹、針葉樹等の炭素固定量に関する原単位¹⁰⁾を活用し、土地利用面積を用いてサービス量をtC/haの値として推計する。

次に、生態系サービス需要は、個々の消費額をもとに推計する。消費支出推計町丁・字データ2011年版(JPS)から米、生鮮野菜の消費支出データを用いる。消費支出データは町丁目・字単位の金額データであるため、小売物価統計調査(動向編)の2011年の調査品目の月別価格及び年平均価格¹¹⁾から米、生鮮野菜の年平均価格を用いて量データに換算する。米、生鮮野菜については単位重量当たり価格を用いる。電気については町丁目世帯数、2011年の一世帯あたりの電力消費量(kwh/世帯)¹²⁾を用い、町丁目当りの電気使用量(kwh)に換算した後、2011年の

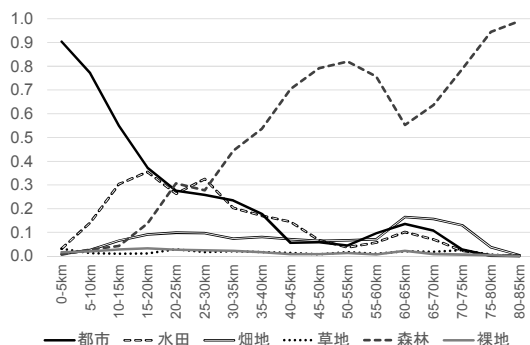


図-1 対象地土地利用構成比(高解像度土地利用土地被覆分類図に基づく)(縦軸は最大値1とした比率)

発電のCO₂排出量原単位¹³⁾を用いて推計する。その後CO₂排出量を炭素量へ換算する。

これらの値は、名古屋市中心部(市役所)からの直線距離5kmごとの同心円内の値に集約した後、生態系サービス供給量と需要量(消費)との距離依存性の比較を行う。

3. 結果と考察

(1) 供給サービスの需給量

図-2に農業生産物の需給量から生態系供給サービス需給量の推計結果を示す。需要量は、米・生鮮野菜共に都心部で最も高い。それに対し、供給ポテンシャルに関する水稻収穫量は10km-30km付近で高く、農産物算出量は60km-70km付近で最も高くなっている。これは、水田地帯が名古屋市郊外からその周辺域にかけて多く分布し、また畑地が知多半島付近に集積していることを反映していると考えられる。また図-4には、各項目の生態系サービスの需給分布を示した。

(2) 基盤サービスの需給量

図-3は、森林の炭素固定と使用電力量に基づく発電時の炭素排出量のデータの比較を行った。今回は便宜的に、年間の電力消費に伴う炭素排出量と蓄積データである炭素ストックを比較した。今後は炭素排出量と炭素吸収量の比較に関する検討をも進める必要がある。需要(使用電力量に基づく発電時の炭素排出量)は、生態系サービスの供給サービスと同様、都心部で最も高い。森林の炭素固定量は東部の山間部へ向かうほど高くなる傾向が見られる。ただし、農産物算出量で60km-70km付近で最も高くなっていた同心円内では森林の基盤サービスは部分的に少ない傾向となっている。

本研究の結果では、都心部から郊外部に向かうほど需要量が減少するとともに、供給量が概ね増加する傾向がみられた。

今後の課題は、オンサイトにおける生産と消費の比較にとどまらず、生態系サービスのフローを考慮した分析が必要である。すなわち、今回の供給ポテンシャルと需要はオンサイトの値であるが、生態系サービス自体は空間的に移動可能なものがあるため、フローを含めた分析を検討する必要がある。また、今回取り上げた生態系サービス項目が限定されるため、より多くの生態系サービス項目を取り入れることも今後の課題と考えている。

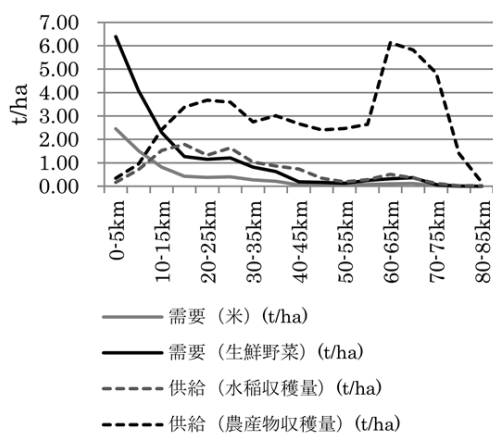


図-2 供給サービス需給量推計(t/ha)

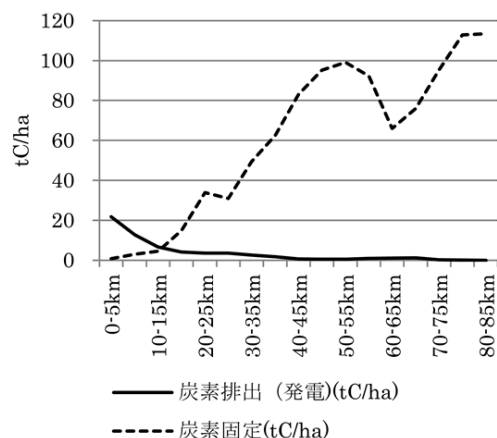


図-3 基盤サービス需給量推計

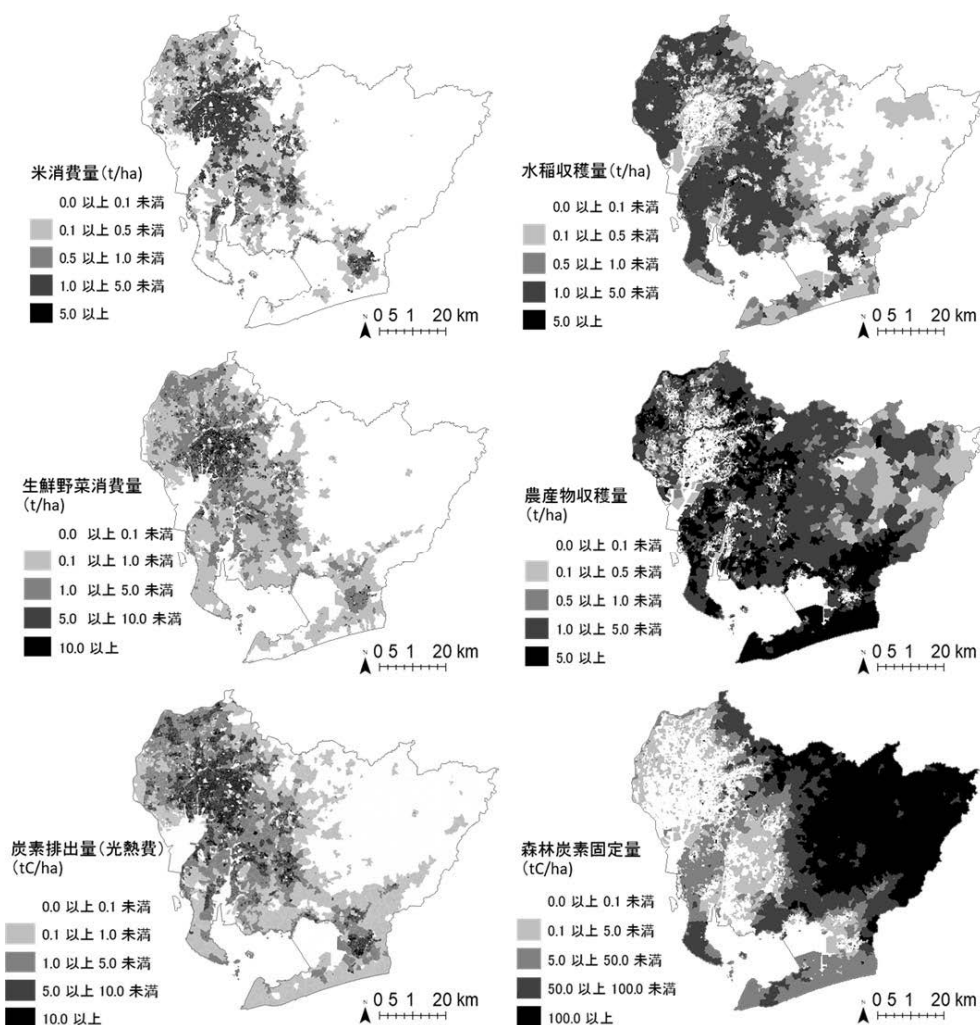


図-4 生態系サービス需給分布

謝辞：現地調査については各森林管理者の許可を得て実施し、また吉野奈津子氏および林研究室のメンバー各位の協力を得た。本研究は科学研究費助成事業基盤研究(C)を活用した。

参考文献

- 1) Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC., 2005.
- 2) Ooba, M., Fujii, M., Hayashi, K.: Geospatial distribution of ecosystem services and biomass energy potential in eastern Japan, *Journal of Cleaner Production*, 130, pp.35-44, 2016.
- 3) Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M.: The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, 387, pp.253-260, 1997.
- 4) Fagerholm N., Käyhkö, N., Ndumbo, F., Khamis, M.: Community stakeholders' knowledge in landscape assessments – mapping indicators for landscape services, *Ecological Indicators*, 18, pp.421-433, 2012.
- 5) Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D.R., Chan, K.M., Daily, G.C., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Lonsdorf, E., Naidoo, R., Ricketts, T.H., Shaw, M.R.: Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), pp.4-11, 2009.
- 6) Villa, F., Bagstad, K.J., Voigt, B., Johnson, G.W., Portela, R., Honza, M., Batker, D.: A methodology for adaptable and robust ecosystem services assessment, *PLOS ONE*, 9(3), e91001, pp.1-18, 2014.
- 7) Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F.: Mapping ecosystem service supply, demand and budgets, *Ecological Indicators*, 21, pp.17-29, 2012.
- 8) Kroll, F., Müller, F., Haase, D., Fohrer, N.: 2012. Rural-urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics, *Land Use Policy*, 29, pp.521-535, 2012.
- 9) JAXA, 高解像度土地利用土地被覆図 (version 16.02) http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc_jindex_v1602.htm#_use, 2018.7.1 閲覧
- 10) 小林航: 愛知県西部地域を事例とした生態系サービス供給ポテンシャルの経年変化の分析 -1950 年代と現在の比較-, 名古屋大学大学院環境学研究科平成 29 年修士論文, pp.48, 2018.
- 11) 総務省統計局, 小売物価統計調査(動向編) 調査品目の月別価格及び年平均価格 2011 年 https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&tstat=000000680001&cycle=7&year=20110&month=0&result_back=1&second=1&tcclval=0, 2018.8.10 閲覧
- 12) 電気事業連合会 (2017) 一世帯あたりの電力消費量の推移, <https://www.ene100.jp/zumen/1-2-13>, 2018.7 閲覧.
- 13) 電気事業連合会 (2017) 電気事業からの CO2 排出量等について, http://www.fepc.or.jp/about_us/pr/pdf/kaiken_s_20170616.pdf, 2018.7 閲覧.

(2018.8.24受付)

SUPPLY AND DEMAND ANALYSIS ON ECOSYSTEM SERVICES – CASE IN AICHI, JAPAN

Kiichiro HAYASHI, Nobuko KAWAGUCHI and Wataru KOBAYASHI

Studies on ecosystem service were mainly conducted in the field of the estimation of ecosystem service supply, and the evaluation of economic value of ecosystem services. On the other hand, the demand analysis of ecosystem service was limited. In this paper, the study on ecosystem service supply potential and demand were conducted. Rice production and agricultural production as provisioning and carbon stock service as supporting services in ecosystem service categories were focused. By utilizing high resolution land use and land cover data by JAXA, rice production and agricultural production, forest carbon stock estimation as a supply data and the consumption data for rice, vegetable and electricity as demand data were employed. As a result, the demand was high close to the city center area and the turning point of demand and supply were observed around 10-30km distance from the city center. A future issue included the expansion of the scope of ecosystem service covered.